

Kraków, 09.07.2021

Dr hab. inż. Barbara Bielowicz, profesor uczelni  
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie  
Wydział Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska  
Katedra Geologii Złóżowej i Górniczej  
Adres: al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków  
e-mail: bbiel@agh.edu.pl

## RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr. inż. Wojciecha Szulika zatytułowanej:

### **SYSTEM IDENTYFIKACJI DOMIESZEK I DODATKÓW W MATERIAŁACH OPAŁOWYCH ORAZ ODPADACH POWSTAŁYCH W WYNIKU ICH SPALANIA**

Recenzja została wykonana zgodnie z decyzją Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego z dnia 15 czerwca 2021 r., o czym zostałam powiadomiona w odpowiednim piśmie przez Dziekana Wydziału Nauk Przyrodniczych prof. dr hab. Leszka Marynowskiego.

Promotorem rozprawy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Szulika jest dr hab. Iwona Jelonek, prof. UŚ, a opiekunem pomocniczym dr inż. Piotr Celary. Praca wykonana została na Wydziale Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego w ramach projektu „Doktorat wdrożeniowy”.

Rozprawa została napisana w języku polskim, a zamieszczone streszczenie jest w języku angielskim. Rozprawa obejmuje 125 stron, na które składa się tekst wraz z 22 figurami i 36 tabelami. Wykaz literatury obejmuje 184 pozycje.

Zadaniem doktoranta było zaproponowanie systemu identyfikacji domieszek i dodatków w materiałach opałowych oraz w odpadach paleniskowych. System ten jest niezwykle ważny z uwagi na konieczność wprowadzenia jednoznacznego sposobu identyfikacji palenisk, w których spalane są niedozwolone materiały. Piętnowanie i wychwytywanie indywidualnych gospodarstw i przedsiębiorców, gdzie prowadzi się spalanie np. odpadów niebezpiecznych, jest jednym z ważnych zadań jednostek samorządu terytorialnego. Dlatego też wprowadzenie takiego systemu jest bardzo pożądane.

### **Analiza treści rozprawy doktorskiej**

Rozprawa została podzielona na 10 rozdziałów.

Na początku pracy Doktorant przedstawił słownik pojęć oraz wykaz skrótów. Taki wykaz jest niezwykle pomocny podczas czytania rozprawy, jednakże w przypadku kilku pojęć należałoby definicje bardziej doprecyzować.

W pojęciu „brykiet”, które oryginalnie brzmi „utwardzony za pomocą żywicy, lity bloczek z jedną powierzchnią wyszlifowaną i wypolerowaną przygotowany z reprezentatywnych ziaren dla próbki” brakuje stwierdzenia z czego ten brykiet jest zrobiony.

Kolejne pojęcie, które wymagałoby uzupełnienia to „próbka analityczna”, gdzie jako próbkę analityczną powinno się rozumieć próbkę rozdrobnioną.

W przypadku pojęć „próbka laboratoryjna” i „próbka rzeczywista” w definicji podano, że są to próbki odpadu, dlatego też sugeruję by w słowniku zamieścić „próbka laboratoryjna odpadu” i „próbka rzeczywista odpadu”. Bez takiego dodatku czytelnik zostaje wprowadzony w błąd, gdyż pojęcia „próbka laboratoryjna” i „próbka rzeczywista” nie dotyczą tylko prób odpadów, ale też np. węgla, skały itp.

## **1. Cele i tezy pracy**

W pierwszym rozdziale mgr Szulik przedstawia cele i tezy badawcze. Głównym celem pracy jest opracowanie modelu decyzyjnego do identyfikacji dodatków i domieszek w paliwach i odpadach. W szczegółowych celach badawczych wymieniono sześć punktów. Jednakże w pracy nie wykazano realizacji wszystkich celów. W przypadku celu pierwszego: „opracowanie katalogu zanieczyszczeń występujących w odpadach paleniskowych” wspomniano tylko, że taki katalog został wykonany w 2019 roku, jednak nie przedstawiono tego katalogu w pracy. Być może wynika to z faktu, że praca jest po części związana z działaniami prowadzonymi w CLP-B i nie wszystkie wyniki mogą zostać opublikowane. W rozprawie nie powiedziano także jak zrealizowano ostatni cel: „zaimplementowanie rozwiązania w świadomości jednostek samorządu terytorialnego oraz pozostałych interesariuszy”. Jakie podjęto kroki w celu zainteresowania samorządów do stosowania zaproponowanego modelu decyzyjnego?

W przypadku hipotez badawczych niejasne jest stwierdzenie „znane są dodatki pochodzenia odpadowego wykorzystywane do lokowania w procesie produkcji paliw stałych oraz wykorzystywane bezpośrednio w procesach spalania realizowanych z wykorzystaniem indywidualnych urządzeń grzewczych” - co Doktorant miał na myśli pisząc „wykorzystywane do lokowania”?

W drugiej hipotezie brakuje stwierdzenia czego dotyczą metody mikroskopowe. Dlatego proponuję zmienić tę hipotezę na: „metody mikroskopowe umożliwią identyfikację

pierwotnych struktur dodatków pochodzenia odpadowego w paliwach stałych i produktach ich spalania”.

## **2. Wprowadzenie do problematyki złej jakości powietrza w Polsce**

W rozdziale drugim Doktorant w sposób bardzo obszerny omawia problem niskiej emisji w Polsce. Objętość tego rozdziału to 40 stron, co stanowi ponad jedną trzecią pracy. Oczywiście, że nakreślenie problemu złej jakości powietrza jest istotne, jednak w mojej ocenie w rozdziale tym zbyt szczegółowo przedstawiono niektóre aspekty, jak np. działania na rzecz poprawy jakości powietrza z bardzo obszerną tabelą, w której zamieszczono uchwały antysmogowe uchwalone w poszczególnych gminach.

To, na co należy zwrócić uwagę to szeroko cytowana literatura. Jednak sposób zamieszczania przypisów jest odbiegający od przyjętego w naukach o Ziemi i środowisku, gdzie cytacje umieszczane są w nawiasach – nazwisko i rok, a spis alfabetyczny znajduje się na końcu publikacji. W rozdziale tym jest jeszcze kilka niedociągnięć, jak: na stronie 11, w drugim akapicie, brakuje powołania na literaturę. Na stronie 14 w punkcie 4, zamiast „oraz z składowisk” powinno być „oraz ze składowisk”.

Nie do końca jasne jest stwierdzenie na stronie 15 „Raport Najwyższej Izby Kontroli wskazał jako główną przyczynę zanieczyszczeń powietrza w Polsce w tym średniorocznego poziomu stężeń pyłu PM10 i PM2,5, niską emisję ściśle powiązaną z indywidualnym ogrzewaniem budynków komunalnych.” Średnioroczny poziom stężeń pyłu PM10 i PM2,5 to parametr i w wyżej przytoczonym zdaniu należałoby dodać np. wysokiego średniorocznego poziomu stężeń pyłu PM10 i PM2,5.

W zdaniu na stronie 16 „W przypadku Polski przyczyn tak znacznej niskiej emisji można doszukiwać się w powszechności urządzeń grzewczych o niskim poziomie technologicznym i/lub w złym stanie technicznym, dalekich od optymalnych warunkach spalania, stosowaniu paliw niskiej jakości w tym zasiarczanego węgla oraz spalaniu odpadów” powinno być „warunków spalania”.

Nie do końca jest dla mnie jasny zamysł rozdziału **2.1 Spalanie odpadów komunalnych**. Czy praca ma na celu identyfikowanie pozostałości po spalaniu odpadów komunalnych w spalarniach? W rozdziale tym obszernie opisano funkcjonujące spalarnie odpadów komunalnych, które w swoim zamyśle nie mogą generować zanieczyszczeń, o których Autor wcześniej wspominał. Dlatego też uważam, że powinno się tutaj raczej skupić na spalaniu odpadów komunalnych w sposób niekontrolowany – tak jak zrobił to Doktorant w drugiej części podrozdziału 2.1.

Na jakiej podstawie podano, że „Ze względu na swoją kaloryczność oraz konieczność ekonomicznie uzasadnionego zagospodarowania z zebranych oraz odebranych w 2019 r. odpadów komunalnych w Polsce  $7,1 \cdot 10^6$  Mg przeznaczono do odzysku, w tym  $2,7 \cdot 10^6$  Mg skierowano do przekształcenia termicznego z odzyskiem energii (22%).” (strona 17) ?

Nie do końca można się zgodzić ze stwierdzeniem, że termiczne przekształcanie odpadów jest dominującą formą zagospodarowania odpadów w rozwiniętych krajach. Należy też zaznaczyć, że aktualnie są wprowadzane ograniczenia UE (dyrektywa 2008/98/WE) co do rozbudowy instalacji do termicznego przekształcania odpadów i przepis nakazujący, aby udział masy odpadów komunalnych (w tym odpadów zmieszanych) oraz odpadów pochodzących z przetwarzania odpadów komunalnych poddawanych takiemu przetwarzaniu nie mógł przekraczać 30 proc. w stosunku do masy wytworzonych odpadów komunalnych na terenie kraju. Jest to odzwierciedleniem na szczeblu ustawowym jednego z celów w zakresie gospodarki odpadami tzn. większy recykling i ogólnie mniejsza produkcja śmieci.

W pracy podano dane co do ilości spalarni na rok 2016. Powinno się uaktualnić te dane. W roku 2021 mamy w Polsce 9 spalarni odpadów komunalnych, a nie jak podaje Autor 8.

Czy wzory 1-4 są autorstwa Doktoranta, gdyż nie umieszczono przy nich żadnego powołania. Na stronie 20 zostały wymienione zalety przekształcania odpadów w spalarniach. Jedną z nich jest „szybka i całkowita, w optymalnych warunkach, konwersja substancji organicznych z postaci stałej do gazowej”, co należałoby uzupełnić o powstający także podczas tego procesu popiół lotny i żużel.

Podczas wymieniania składników gazowych powstałych w procesie spalania odpadów należy zwrócić także uwagę na pierwiastki lotne takie jak np. rtęć, która została pominięta przez Autora. Ilość emitowanej rtęci jest jednym z kluczowych i na bieżąco monitorowanych parametrów procesowych w zakładach termicznego przetwarzania odpadów.

W pracy opisano kilka ZTPO, jednak dla porządku powinno się wymienić wszystkie funkcjonujące w Polsce. Szczególnie rzucającym się w oczy jest brak choćby krótkiego opisu Ekospalarni w Krakowie.

Na stronach 26 i 27 został użyty skrót WWA, który dopiero na stronie 30 został rozszyfrowany jako wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Definicję skrótu powinno podać się w słowniczku lub przy pierwszym zastosowaniu w tekście. Także powinno podać się rozwinięcie skrótu PCB ze strony 26. Na podstawie zamieszczonej treści domyślam się, że chodzi tutaj o polichlorowane bifenyle.

Niejasnym jest zdanie ze strony 29: Wszystkie metody identyfikacji spalania odpadów w indywidualnych urządzeniach grzewczych muszą cechować się akceptowalnym poziomem

prawdopodobieństwa na przykład poprzez stwierdzenie istotnych rozbieżności pomiędzy właściwościami fizykochemicznymi zebranych próbek w postaci np. spalin, sadzy lub popiołu, a odpowiadających im próbek pochodzących ze spalania czystego paliwa (biomasy, węgla kamiennego i ich mieszaniny)”. Co oznacza stwierdzenie „akceptowalnym poziomem prawdopodobieństwa”? Czy jest tutaj wyznaczony próg liczbowy, czy jest to subiektywna ocena Doktoranta? Jednocześnie w zdaniu tym wkradło się kilka błędów gramatycznych. W mojej ocenie powinno ono brzmieć: „Wszystkie metody identyfikacji spalania odpadów w indywidualnych urządzeniach grzewczych muszą cechować się akceptowalnym poziomem prawdopodobieństwa na przykład poprzez stwierdzenie istotnych rozbieżności pomiędzy właściwościami fizykochemicznymi zebranych próbek w postaci np. spalin, sadzy lub popiołu, a odpowiadającymi im próbkami pochodzącymi ze spalania czystego paliwa (biomasy, węgla kamiennego i ich mieszaniny).”

W podrozdziale dotyczącym stanu prawnego przy wymaganiach prawnych w odniesieniu do obszaru jakości paliw stałych wymieniono system DIN CERTO, bez powołania się na literaturę. Czy jest to niemiecki system?

Na stronie 46 w punkcie 17 przytoczono metodykę wykrywania nielegalnego spalania autorstwa IChPW bez podania źródła.

### **3. Badania przeprowadzone na potrzeby rozprawy doktorskiej**

W rozdziale trzecim mgr Szulik prezentuje materiał badawczy oraz metodykę badań pobranych prób. Rozdział ten jest podzielony na kilka podrozdziałów, gdzie opisano pobrane próbki wraz z dokumentacją fotograficzną, przedstawiono badania mikroskopowe oraz fizykochemiczne. W sposób dokładny zaprezentowano metodę przygotowania próbek do badań oraz wykorzystane wzorce do badań mikroskopowych. Jednakże w części tej brakuje kilku ważnych informacji. Bardzo istotnym jest ile prób z poszczególnych materiałów zostało zbadane. W dalszej części pracy jest mowa o 1232 próbkach, jednak informacja o dokładnej ilości prób węgla, biopaliw i odpadów jest niezbędną do dalszej oceny pracy. Nie jest też jasne czy wszystkie pobory próbek i badania Doktorant wykonywał sam, czy były zlecane lub wykonywane w ramach działania przedsiębiorstwa, w którym pracuje. Niedociągnięciem edytorskim jest brak powołania w tekście na prezentowane rysunki np. Rys. 4, 5, 6 i 7. Na rysunku 4 zostały zaprezentowane zrębki drzewne, a w opisie badanych biopaliw wymieniono drewno kawałkowe. Zrębki i drewno to całkowicie różne materiały. Zrębki w swoim składzie mają fragmenty kory, liści, igieł i drewna. Zdjęcie 4 wskazuje raczej na drewno lub trociny. Na stronie 54 jest informacja na temat pobrania próbek odpadów, gdzie powiedziano, że „Próbki

rzeczywiste zostały pobrane zgodnie z ówczesnie obowiązującymi regulacjami prawnymi z zachowaniem ich reprezentatywności dla całości zgromadzonego materiału.” Warto tę informację uzupełnić o to według jakich norm je pobrano i w jakich latach.

Doktorant jako jeden z celów pracy wskazuje, że stworzy wzorcowy katalog odpadów. Na stronie 56 jest wzmianka, że opracowano „Obrazy wzorców dodatków/domieszek wykonane w świetle odbitym” (wydanie I z dnia 27.08.2019r.)” jednak nie zawarto go w pracy i nie sposób ocenić czy cel ten w rzeczywistości został zrealizowany.

W podrozdziale 3.2 Metody badawcze Autor szczegółowo opisuje zastosowane procedury, jednak w tym miejscu ponownie brakuje informacji na temat ilość zbadanych prób. Nie wiadomo ile prób zbadano makroskopowo, mikroskopowo czy przy pomocy analizy fizykochemicznej. Autor informuje, że wszystkie badania zostały wykonane zgodnie z normami lub procedurami, jednak nie ma w pracy zamieszczonej informacji na temat użytego sprzętu, odczynników. Na jakim mikroskopie przeprowadzono badania, czy badano zgłady kawałkowe czy brykiety?

W opisie badań mikroskopowych zamieszczono informację o modyfikacji procedur normy na etapie przygotowania próbek. Jakże dokładnie były to modyfikacje?

Jednym z elementów pracy doktorskiej są badania ankietowe. Warto byłoby zaprezentować w pracy jak ankietę tą trafiała do respondentów. W dalszej części pracy Doktorant posługuje się metodami statystycznymi. Opis tych metod, jaki program wykorzystano, jakie były wielkości próby, powinien znaleźć się także w rozdziale poświęconym metodyce badań.

W opisie przygotowywania próbek odpadów paleniskowych zaznaczono, że próbki zostały poddane homogenizacji. Czy procedurę tę wykonano zgodnie z jakąś normą?

Sz szczególnie interesująca jest tabela 10, gdzie zamieszczono fotografie próbki rozdrobnionej oraz jej obraz mikroskopowy. Jednak brakuje skali przy próbkach rozdrobnionych. Czy na fotografiach zamieszczono wszystkie badane materiały? Mam też pewną wątpliwość, czy w tabeli tej nie powinno być dodatkowej kolumny z obrazem jak poszczególne materiały wyglądają po spalaniu. Być może takie porównanie jest we wcześniej opracowanym katalogu, którego nie zamieszczono w rozprawie.

#### **4. Wyniki badań**

W rozdziale czwartym Doktorant prezentuje w 12 tabelach i 6 rysunkach wyniki swoich badań. Jak wskazano w rozprawie są to wybrane wyniki ze względu na dane wrażliwe przedsiębiorstwa. Jednakże wyniki są przedstawione w taki sposób, że nie można ich zweryfikować. Recenzent nie wie czy prezentowane wyniki badań mikroskopowych dla 10

prób zanieczyszczeń paliw stałych to są te same próbki co prezentowane wyniki badań fizykochemicznych. Nie zamieszczono przy wynikach żadnego komentarza. Prezentowane tabele wyglądają jak wybrane losowo wyniki bez jakiegokolwiek porządku. Prezentowane tabele badań mikroskopowych powinny także ujmować inne składniki, choćby w postaci jednej kolumny np. składniki organiczne, tak by wszystkie składniki sumowały się do 100%. Warto byłoby też podać w tabeli sumaryczną ilość zanieczyszczeń.

W tabelach 17, 19 i 21 zamieszczono „skład pierwiastkowy”, jednak należałoby w tym miejscu zaznaczyć, że prezentowane wyniki stanowią raczej udział wybranych pierwiastków rzadkich czy toksycznych. Nigdzie w pracy nie określono jaką metodą był określany udział tych pierwiastków. Czy zastosowano ICP-MS lub ICP-OS? Jaki był poziom detekcji dla poszczególnych pierwiastków?

W tabelach 18, 20 i 22 został zaprezentowany skład tlenkowy dla wybranych próbek. Po ilości pozycji zamieszczonych w ww. tabelach wnioskuję, że numery próbek odpowiadają tym samym próbkom co w tabelach 17, 19 i 21. W tym przypadku także nie wskazano jaką metodą oznaczono skład tlenkowy. Należy zwrócić w tym miejscu uwagę, na fakt, że podane składy tlenkowe nie sumują się do 100%. Rozumiem, że w badanych próbach są jeszcze inne składniki, ale w takim wypadku należy wpisać je do osobnej kolumny „inne”.

Na rysunkach 8-13 zostały zamieszczone wyniki badań statystycznych dla badanych próbek. Niestety Doktorant nie podaje dla jakiej liczebności próby te badania zostały wykonane. Jednocześnie czytelność zamieszczonych figur jest ograniczona. Sugerowałabym powiększenie rysunków i zastosowanie kolorowych oznaczeń. Na zamieszczonych rysunkach widać też błąd logiczny, który jest związany z bezrefleksyjnym kopiowaniem rysunków z programów statystycznych. Program automatycznie wylicza średnie i wartości odstające, jednak należy w tym miejscu ustawić, że wartości te nie mogą być mniejsze od 0. Przecież nie możemy mieć zawartości arsenu w paliwie stałym na poziomie -50ppm.

## **5. Omówienie wyników badań**

W rozdziale piątym Doktorant w zwięzły sposób omawia wyniki przedstawione w rozdziale 4. Jednakże nadal pozostaje pewien niedosyt związany ze zbyt powierzchowną prezentacją wyników. Na stronie 86 rozprawy zaznaczono, że na podstawie badań morfologicznych stwierdzono 658 prób z niedozwolonymi dodatkami, ale ostatecznie po wprowadzeniu dalszych badań takich prób było 570. Jaka jest geneza błędnej klasyfikacji 88 prób? W pracy badawczej należałoby rozwinąć ten temat i przeprowadzić analizę błędnej klasyfikacji. Mgr Szulik opracował także parametr DMD, gdzie jak rozumiem  $x$  został zweryfikowany na podstawie

badan petrograficznych i fizykochemicznych. Bardzo zastanawiające jest zaklasyfikowanie gwoździ, wkrętów czy zszywek jako słabej morfologii. Należałoby prześledzić drogę np. gwoździ czy wkrętów do odpadu. Dla mnie nie ma innego wytłumaczenia jak spalanie drewna z wbitymi gwoździami jak np. meble. Na rysunku 16 przedstawiono „Występowanie makroskopowych grup odpadowych w przypadkach potwierdzonego spalania odpadów oraz dokładność identyfikacji procesu spalania odpadów na ich podstawie”, jednak brakuje w tym miejscu jakiegokolwiek komentarza i omówienia wyników. Podejrzewam, że jest tutaj wyliczony procentowy udział oparty na tabeli 28. Praca naukowa, a w szczególności rozprawa doktorska, powinna zawierać dyskusję wyników, z odniesieniami do innych badań.

W podrozdziale 5.2 Autor charakteryzuje pobrane próbki za pomocą badań mikroskopowych. Na podstawie wcześniej opisanych metod badawczych wnioskuję, że analizy były przeprowadzane w świetle odbitym. Doktorant zaznacza, że badane były głównie paliwa formowane w postaci brykietów i pelletów oraz odpady paleniskowe powstałe w wyniku spalania tych paliw. Dlaczego ograniczono się tylko do tych materiałów?

W opisie badań fizykochemicznych w rozdziale 5.3 zaznaczono, że materiał badawczy podzielono na dwie grupy. Czy analiza statystyczna przeprowadzana dla odpadów paleniskowych ze współspalania paliw stałych z odpadami, gdzie liczebność grupy wynosiła 25, uwzględniała metody statystyczne dla małej próby (<30)? W opisie tabel 31 i 32 nie jest jasno powiedziane jakiej grupy próbek dotyczą wyniki.

W trzecim wierszu w tabelach 33 i 34 jest zawarta „Zmiana współczynnika zmienności”. W jaki sposób ta zmiana została wyznaczona? Być może Autorowi chodziło tu o wcześniej scharakteryzowany współczynnik zmienności.

Na stronie 98 mgr Szulik pisze : „W modelu decyzyjnym przyjęto, że (współ-)spalanie odpadów miało miejsce w przypadku przekroczenia progu bezwarunkowego dla dowolnego indykatora lub progu warunkowego dla co najmniej dwóch z nich.

Na podstawie wyników analiz dla 148 próbek odpadów paleniskowych ze spalania biomasy, paliw kopalnych lub ich mieszaniny na potrzeby modelu decyzyjnego wstępnie wyznaczono wartość progów warunkowych i bezwarunkowych jako średnie stężenie danego indykatora powiększone o odpowiednio trzykrotność ( $\bar{x}+3\sigma$ ) oraz pięciokrotność ( $\bar{x}+5\sigma$ ) ich odchylenia standardowego.” W rozprawie brakuje wyników tych analiz i określenia progów dla konkretnych indykatorów.

W analizie wyników ankiet, Autor powołuje się na dane literaturowe co do ilości spalanych odpadów komunalnych („...do szacunków literaturowych wskazujących, że około 10% nośników energii...”). W tym miejscu należy wskazać konkretne źródło tych danych.



Podstawowym celem pracy było opracowanie modelu decyzyjnego. Doktorant model swój stworzył w oparciu o kilka schematów zaczerpniętych z literatury. W pracy brakuje omówienia tych schematów, a w przypadku schematów zamieszczonych na rysunku 19 i 20 brakuje informacji skąd te schematy pochodzą. Jednocześnie nie wyjaśniono co oznaczają np.  $u$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $y^*$  na poszczególnych schematach, przez co są one całkowicie niejasne dla czytelnika. Szerszego omówienia wymaga też schemat z rysunku 21, który jest kluczowy dla całej rozprawy doktorskiej.

## 6. Podsumowanie i wnioski końcowe

W rozdziale szóstym zostało przedstawione streszczenie wykonanych badań oraz finalny schemat modelu decyzyjnego. W treści na stronach 103 i 104 Doktorant przedstawił wyniki walidacji zaproponowanego modelu. W mojej ocenie wyniki te powinny znaleźć się w rozdziale 5, gdzie stanowiłyby jednocześnie dyskusję zaproponowanego schematu.

W podsumowaniu brakuje szczegółowego opisu modelu decyzyjnego z naniesionymi celami badawczymi.

## Wnioski końcowe

Rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i model decyzyjny oceny paliwa i odpadów paleniskowych pod kątem identyfikacji niedozwolonych dodatków. Jak już wcześniej wspomniano, taki model jest niezwykle istotny ze względu na konieczność identyfikowania źródeł zanieczyszczeń atmosfery. Zadaniem recenzenta jest wskazanie niedociągnięć w rozprawie, dlatego też uwag krytycznych jest proporcjonalnie więcej niż pochwał. W pracy jest kilka niedociągnięć, które wprowadzają nie umniejszają wartości merytorycznej pracy, lecz mają wpływ na jej ogólną ocenę. Biorąc pod uwagę powyższe, *stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska w stopniu wystarczającym spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim przez ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst ujednolicony, Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) oraz przez rozporządzenie MNiSzW z dnia 19 stycznia 2018 r. (Dz. U. 2018 r. poz. 261). Niniejszym wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Wojciecha Szulika do dalszych etapów przewodu doktorskiego.*

Barbara Bielominicz